

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 384 525 A2**

(12)

## EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:  
28.01.2004 Bulletin 2004/05

(51) Int Cl.7: **B06B 1/06**

(21) Application number: 03016451.1

(22) Date of filing: 21.07.2003

(84) Designated Contracting States:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Designated Extension States:  
**AL LT LV MK**

- Suginouchi, Takehiko  
Nara-shi, Nara 631-0801 (JP)
- Hashimoto, Masahiko  
Shijonawate-shi, Osaka 575-0003 (JP)
- Asai, Katsuhiko  
Nara-shi, Nara 630-8115 (JP)

(30) Priority: 22.07.2002 JP 2002212072

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL  
CO., LTD.**  
Kadoma-shi, Osaka 571-8501 (JP)

(74) Representative: **Grünecker, Kinkeldey,  
Stockmair & Schwanhäusser Anwaltssozietät**  
Maximilianstrasse 58  
80538 München (DE)

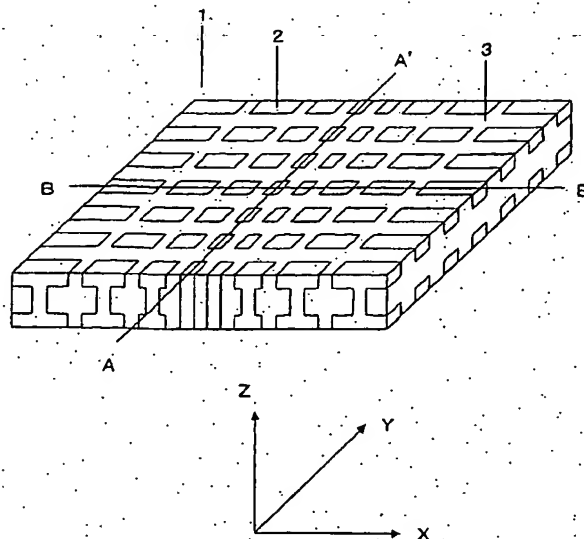
(72) Inventors:  
• Nagahara, Hidetomo  
Soraku-gun, Kyoto 619-0224 (JP)

### (54) Composite piezoelectric transducer and method of fabricating the same

(57) A composite piezoelectric transducer of the present invention includes a plurality of arranged piezoelectric elements, and dielectric portions positioned between the plurality of piezoelectric elements. In the com-

posite piezoelectric transducer, an area of a cross-section perpendicular to an ultrasonic emitting direction in at least one piezoelectric element of the plurality of piezoelectric elements varies along the ultrasonic emitting direction.

FIG. 1



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-051289

(43)Date of publication of application : 21.02.1990

(51)Int.Cl.

H01L 41/26  
H04R 17/00

(21)Application number : 63-201874

(71)Applicant : SEKISUI PLASTICS CO LTD

(22)Date of filing : 15.08.1988

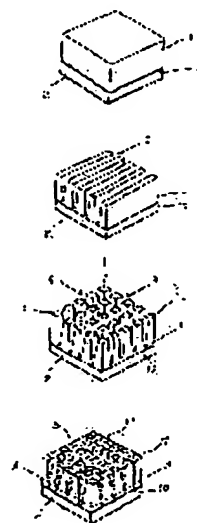
(72)Inventor : OHARA KEISHIN  
NAKAGAMI YASUHIRO

## (54) MANUFACTURE OF COMPOSITE PIEZOELECTRIC ELEMENT MATERIAL BY LASER BEAMS

## (57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to simply make a composite piezoelectric element material which arranges inorganic piezoelectric substances accurately in the desired positions of an organic macromolecule by applying laser beams, in parallel with each direction of two directions which cross each other at right angles, to an inorganic piezoelectric substance bonded to a substrate so as to make cuts in each direction to form columnar body of the inorganic piezoelectric substance.

CONSTITUTION: An inorganic piezoelectric substance 1 bonded to a substrate 2 through an adhesive layer 10 is irradiated with laser beams in parallel with the direction shown by 3. Next, it is irradiated with laser beams in parallel with the direction shown by 4 so as to form columnar bodies 11 of the inorganic piezoelectric substance being arranged independently of each other and regularly at its upper side. Next, organic macromolecular material is filled in the cut parts of the inorganic piezoelectric substance 1 of the substance 2 to which the inorganic piezoelectric substance 1 where the columnar body 11 of the inorganic piezoelectric substance are formed was bonded, and then it is hardened so as to form a matrix 5 of the organic macromolecular material, and this is cut at the face of A-A line so as to cut off the substrate 2 and the part, bonded to it, that the inorganic piezoelectric substance 1 continues in the form of comb teeth, thus composite piezoelectric element material is made.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-51289

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月21日

H 01 L 41/26  
H 04 R 17/00

330 F

7923-5D  
7342-5F

H 01 L 41/22

C

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 レーザー光線による複合圧電素子材料の製作方法

⑯ 特 願 昭63-201874

⑰ 出 願 昭63(1988)8月15日

⑱ 発 明 者 尾 原 佳 信 奈良県奈良市大宮町4-273-1 奈良スカイハイツ512

⑲ 発 明 者 中 上 恭 宏 奈良県生駒市鹿ノ台西3-7-9

⑳ 出 願 人 積水化成成品工業株式会 奈良県奈良市南京町1丁目25番地  
社

㉑ 代 理 人 弁理士 平木 祐輔 外1名

明 細 書

1 発明の名称

レーザー光線による複合圧電素子材料の製作方法

2 特許請求の範囲

(1) 基板に接合した無機圧電体に、互に直交する二方向の平行な切り込みを形成し、その切り込み部分の空所に有機高分子材料を充填し、硬化した後、基板およびこれに接合する無機圧電体の通過する部分を切り落して、有機高分子材料のマトリックスに、無機圧電体が独立して配列する複合圧電素子材料を製作する方法において、基板に接合した無機圧電体における互に直交する二方向の平行な切り込みが、レーザー光線の照射により形成されることを特徴とする複合圧電素子材料の製作方法。

3 発明の詳細な説明

(発明上の利用分野)

本発明は、プラスチックのマトリックスに無機圧電体を配列する複合圧電素子材料の製作方法

に關し、詳しくは、簡単な手段で短時間のうちに複合圧電素子材料をつくることのできる複合圧電素子材料の製作方法に關する。

本発明により製作された複合圧電素子材料は、圧電正効果を利用する圧電素子、特に超音波の受波および感圧センサーとして利用するのに適している。

本発明の複合圧電素子材料の製作方法は、製作コストが低廉で製造をすることができる複合圧電素子材料の製作に利用することができる。

(技術の背景および従来技術の説明)

チタン酸バリウムまたはPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)などの無機セラミックス圧電体は、電気機械結合係数は大きい、圧電電圧定数は、有機高分子圧電体よりも小さい。また有機高分子圧電体は、圧電性であっても、電気機械結合係数が小さい。

圧電正効果を利用する圧電材料、すなわち超音波の受信素子または感圧センサーは、従来かくて、電気機械結合係数および圧電電圧定数の大きい圧

電材料が装填されていて、チタン酸バリウムやPZTなどの無機セラミックス圧電材料と有機高分子材料を混合させて、電気機械結合係数および圧電圧定数の大きい圧電材料を製作することが試みられている。

米国のニューハムらは、細いPZTのファイバーをつくり、これを有機物と混合して、分極処理を施している。(ジャーナル・オブ・アメリカン・セラミック・ソサイエティ (Journal of The American Ceramic Society) 第64巻 第1号 第3〜8頁) しかしながら、この方法は、

PZTと有機物の電気特性が異なるために、その複合材料に、一様に高電圧を印加することが難しい。そこで竹内らは、分極処理を施したPZTの薄板を切斷加工して同様な構造(1,3-結合構造)の複合圧電素子材料を製作した。(特開第58-21883号公報) また板状の無機圧電体にダイヤモンド刃による切り込みを入れ、その間の刃状の無機圧電体の薄板を、基板の上に、所定の間隔をおいて平行に並べ、接着して、間の刃状の無機圧電

体が規則正しく配列した基板をつくり、この間の刃状の無機圧電体が規則正しく配列した基板を成形型に入れ、その成形型に有機高分子材料を充填し、硬化した後、間の刃状の無機圧電体の通過する部分およびこれに接合する基板の部分を、切り落して有機高分子のマトリックスに無機圧電体の角柱が規則正しく配列する複合圧電素子材料の製作方法が提案された。(特開第61-256970号)

しかしながら、チタン酸バリウムやチタン酸ジルコン酸鉛などのセラミックス系の無機圧電体のダイヤモンド刃による機械的な切斷加工の際に、無機圧電体に大きな力加わるために、小さい無機圧電体を切斷加工する場合は、無機圧電体を固定することが難しく、またその切斷加工に長時間を要する。

本発明者は、チタン酸バリウムやチタン酸ジルコン酸鉛に、レーザー光線を当てると、これらの材料を短時間に切斷加工することができることを知見し、この知見に基づいて本発明に到達した。(発明の目的および発明の要約)

本発明の目的は、有機高分子のマトリックスの所望の位置に無機圧電体が配列する複合圧電素子材料の製作方法を提供することであり、詳しくは、有機高分子のマトリックスの所望の位置に無機圧電体が配列する複合圧電素子材料を簡単に製作することができる方法を提供することであり、さらに詳しくは、有機高分子の所望の位置に無機圧電体が正確に配列する複合圧電素子材料を簡単に製作することができる方法を提供することにある。

本発明は、基板に装填した無機圧電体に、互に直交する二方向の平行な切り込みを形成し、その切り込み部分の空所に、有機高分子材料を充填し、硬化した後、基板およびこれに接合する無機圧電体の通過する部分を切り落して、有機高分子材料のマトリックスに無機圧電体が独立して配列する複合圧電素子材料を製作する方法において、基板に装填した無機圧電体に、レーザー光線を互に直交する二方向の各方向に平行に照射して、それぞれの方向の切り込みを入れ、それによって基板に装填した無機圧電体に、互に独立して規則正しく

配列する無機圧電体の柱状体を形成することを特徴とする複合圧電素子材料の製作方法である。

本発明により製作された複合圧電素子材料は、有機高分子材料のマトリックスに、その間隙に述する無機圧電体が独立して規則正しく配列しているものである。

本発明により製作された複合圧電素子材料において、有機高分子材料のマトリックスに配列する無機圧電体は、無機圧電体が有機高分子材料に配列する面と直交する方向に分極処理されたものであることが好ましく、このように分極処理された複合圧電素子材料を製作するには、基板に装填した無機圧電体が、その装填以前に、その装填面と直交する方向に分極処理されたものであることを要とする。

(発明の具体的な説明)

本発明による複合圧電素子材料の製作を西面を参考にして説明する。

先ず最初に無機圧電体1を基板2に装填して、第1図に示すとおりの基板2に接着層10を介し

て接合された無機圧電体1を製作する。基板2に接合された無機圧電体1に、レーザー光線を、第2図の3に示す方向に平行に照射して、第2図に示すとおりの基板2に接合された無機圧電体1を製作する。次に、これにレーザー光線を、第3図の4に示す方向に平行に照射して、第3図に示すとおりの基板2に接合された無機圧電体1を製作するが、この段階では無機圧電体1は、その上面に互に独立して規則正しく配列する無機圧電体の柱状体11を形成する。

次に、無機圧電体の柱状体11を形成した無機圧電体1を接合する基板2の無機圧電体1の切り込み部分に有機高分子材料を充填し、硬化して、第4図に示すとおりの有機高分子材料のマトリックス5を形成し、第4図のA-A線の図で切断し、基板2およびこれに接合する面の羽状の無機圧電体1の透過する部分を切り落して、第5図に示すとおりの複合圧電素子材料を製作する。この複合圧電素子材料が本発明の製作物であって、有機高分子材料のマトリックス5に無機圧電体の柱状物

11が互に独立して規則正しく配列しており、無機圧電体の柱状物11は複合圧電素子材料の表面に通している。

本発明により製作された複合圧電素子材料は、第6図に示すとおりにその両面に電極6、6を形成し、この電極6、6に交流電圧を印加すると、無機圧電体の柱状物11および有機高分子材料が共振して交流電圧のサイクルに応じた振動を発生し、またこの電極6、6に振動が与えられると、その振動数に応じたサイクルの交流電圧が電極6、6に生じる。

本発明により製作された複合圧電素子材料は、第6図に示すとおりの電極6、6を形成して、振動のセンサー、超音波の発振子または超音波の検出素子などの用途に使用する。

本発明の複合圧電素子材料の製作における無機圧電体1はチタン酸バリウム、チタン酸鉛またはチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を使用することができ、チタン酸ジルコン酸鉛を使用するのが好ましい。

また有機高分子材料は、シリコンゴムまたはウレタンゴムを使用することができ、ウレタンゴムを使用するのが好ましい。

またレーザー光線は、その光線によって炭酸ガスレーザーおよびYAGレーザーがある。炭酸ガスレーザーは出力は大きい、光線束が太く、またYAGレーザーは出力は小さい、光線束が細いので、YAGレーザーのレーザー光線を使用するのが好ましい。

以下において実施例により本発明をさらに詳しく説明する。

#### 実施例1

##### (PZT-ウルコニア複合板の図面)

PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)板(10mm(長さ)×10mm(幅)×1mm(厚さ))を厚さ方向に分割処理した後、このPZT板に、ウルコニア板(10mm(長さ)×10mm(幅)×5mm(厚さ))を、接着剤(商品名:アロンアルファ、東亜合成化学社製品)により接着して、PZT-ウルコニア複合板を形成した。

##### (YAGレーザー光線による加工)

PZT-ウルコニア複合板のPZT板の面の長さ方向に、YAGレーザー装置(LAY-615B、東芝社製)よりYAGレーザー光線を、500μmのピッチで照射して、長さ490μmの平行な溝24本を形成し、さらにこのPZT-ウルコニア複合板のPZT板の面の幅方向(長さ方向と直交する方向)に、このYAGレーザー光線を500μmのピッチで照射して、長さ490μmの平行な溝24本を形成し、このPZT-ウルコニア複合板のPZT板の面に、規則正しく配列した角柱625本(25×25)を形成して、PZT(角柱)-ウルコニア複合板を形成した。このPZT(角柱)-ウルコニア複合板は、PZTの角柱(370μm×370μm(上面)、490μm×490μm(下面)および490μm(高さ))625本がPZT基板(厚さ:510μm)上に規則正しく配列するPZTの柱状物がウルコニア板に接合されたものであった。

##### (シリコンゴム-PZT複合圧電体の図面)

PZT(角柱)-ウルコニア複合板の両面にシリコンゴムをはめ込んで、成形型を形成し、この成形型に、

特開平2-51289 (4)

シリコンゴム (KE-12、信越シリコン社製品) を充填し、シリコンゴムを硬化した後、型枠板を外してシリコンゴム-PZT (角柱)-ジルコニア複合板を調製した。

シリコンゴム-PZT (角柱)-ジルコニア複合板のPZTの角柱部分を溶して、ジルコニア板およびPZTの基板の部分を切り落して、シリコンゴムのマトリックスに、PZTの角柱625本が規則正しく配列したシリコンゴム-PZT複合圧電体 (寸法:  $10\text{ mm}$  (長さ)  $\times 10\text{ mm}$  (幅)  $\times 0.49\text{ mm}$  (厚さ)、シリコンゴム/PZTの体積分率:  $41/59$ ) を調製した。

実施例2

(YAGレーザー光線による加工およびシリコンゴム-PZT複合圧電体の調製)

実施例1におけるレーザー光線を、 $350\text{ }\mu\text{m}$  のピッチで照射し、長さ $400\text{ }\mu\text{m}$  の平行な溝26本を形成したこと、およびそのPZT (角柱)-ジルコニア複合板は、PZTの角柱 ( $320\text{ }\mu\text{m} \times 320\text{ }\mu\text{m}$  (上面)、 $358\text{ }\mu\text{m} \times 358\text{ }\mu\text{m}$  (下面) および $400\text{ }\mu\text{m}$  (高さ))

$729$  本がPZT基板 (厚さ $600\text{ }\mu\text{m}$ ) 上に規則正しく配列するPZT角柱板がジルコニア板に接合されたものであること以外は、実施例1と同様にして、シリコンゴム-PZT複合圧電体 (寸法:  $10\text{ mm}$  (長さ)  $\times 10\text{ mm}$  (幅)  $\times 0.4\text{ mm}$  (厚さ)、シリコンゴム/PZTの体積分率:  $42/58$ ) を調製した。

参考例

(ダイヤモンド刃による加工)

実施例1と同様にして調製したPZT-ジルコニア複合板のPZT板の面の長さ方向に、厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$  のダイヤモンド刃を用いて、 $500\text{ }\mu\text{m}$  のピッチで長さ $500\text{ }\mu\text{m}$  の平行な溝19本を形成し、さらにこのPZT-ジルコニア複合板のPZT板の面の幅方向 (長さ方向と直交する方向) に、同じ厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$  のダイヤモンド刃を用いて、 $500\text{ }\mu\text{m}$  のピッチで長さ $500\text{ }\mu\text{m}$  の平行な溝19本を形成し、このPZT-ジルコニア複合板の面に、規則正しく配列した角柱400本 ( $20 \times 20$ ) を形成して、PZT (角柱)-ジルコニア複合板を調製した。このPZT (角柱)

-ジルコニア複合板は、PZTの角柱 ( $350\text{ }\mu\text{m} \times 350\text{ }\mu\text{m} \times 500\text{ }\mu\text{m}$  (高さ)) 400本がPZTの基板 (厚さ:  $500\text{ }\mu\text{m}$ ) 上に規則正しく配列するPZT角柱板がジルコニア板に接合されたものであった。

(シリコンゴム-PZT複合圧電体の調製)

上記のPZT (角柱)-ジルコニア複合板を使用したこと以外は、実施例1と同様にして、シリコンゴム-PZT複合圧電体 (寸法:  $10\text{ mm}$  (長さ)  $\times 10\text{ mm}$  (幅)  $\times 0.5\text{ mm}$  (厚さ)、シリコンゴム/PZTの体積分率:  $51/49$ ) を調製した。

試験例

(圧電測定数の計測)

実施例1、実施例2および参考例のシリコンゴム-PZT複合圧電体を使用し、これらのシリコンゴム-PZT複合圧電体の両面に、電極として導電性型ラッカー (6290-0275、DENEKRON社製品) を塗布し、測定装置 (ICPA 4194A、YUP社製品) により第1表に示す圧電測定数を測定した。

圧電測定数の測定の結果は第1表に示すとおりであった。

表1 圧電測定数の測定結果

圧電測定装置 (測定装置)	加工方法	測定結果			
		比電圧 (V/m)	圧電定数 ( $d_{33}$ ) ( $\text{pC/N}$ )	圧電定数 ( $d_{33}$ ) ( $10^{-3}\text{ V}\cdot\text{m/N}$ )	角柱数 (個)
PZT (角柱)	-	1000	330	33	1920
実施例1	レーザー	598	305	56	1350
実施例2	レーザー	562	327	57	1125
参考例	ダイヤモンド刃	510	320	50	1500

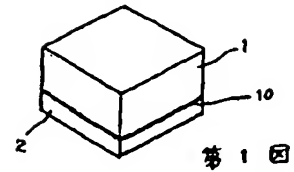
(発明の要旨)

- (1) 加工時間を短縮することが出来る。
- (2) 材料に機械的な力がかからず、材料を固定する必要がなく、その作製の効率が大きい。
- (3) 精密な加工をすることが出来る。(曲線状の加工が可能である)

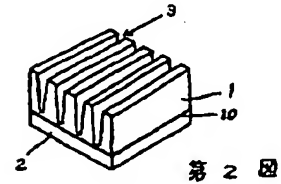
4 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による複合圧電素子材料の製作における原材料の斜視図、第2図は、第1の中間製作物の斜視図、第3図は、第2の中間製作物の斜視図、第4図は、第3の中間製作物の斜視図、第5図は、本発明により製作された複合圧電素子材料の斜視図、そして第6図は、本発明により製作された複合圧電素子材料の使用状態を示す製作品の斜視図である。

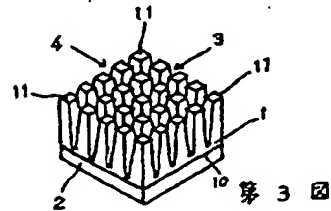
出願人 横水化成工業株式会社  
代理人 弁護士 伊田 昭



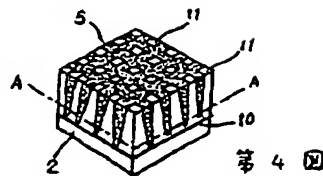
第1図



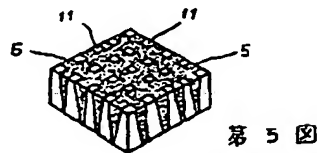
第2図



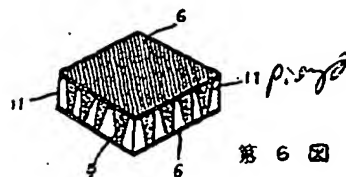
第3図



第4図



第5図



第6図